

Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula

Eduardo Ravanal Moreno ^{1,a}, Francisco López-Cortés ^{2,b}

¹Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Central de Chile, Santiago, Chile

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

^alravanalm@ucentral.cl, ^bfllopez@userena.cl

[Recibido en octubre de 2015, aceptado en junio de 2016]

Este trabajo propone el análisis de un cuestionario de Representación del Contenido (ReCo, Loughran *et al.* 2004) para generar un mapa del conocimiento didáctico sobre el contenido de célula de cinco profesionales del área biológica que ejercen como profesores de biología en la educación secundaria en Chile. El análisis permitirá identificar las relaciones que se establecen entre los dominios del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)-mapas del CDC- y el modelo didáctico de los participantes. Es posible identificar creencias similares y distantes entre los participantes, según los dominios del CDC y sus relaciones. Los resultados muestran que el CDC, es propio de cada profesional, que las relaciones entre los componentes del CDC son principalmente de tipo conceptual en los participantes, que el modelo didáctico constructivista es el menos frecuente y que las creencias que más comparten los profesionales son las referidas al componente del conocimiento de los entendimientos estudiantiles. Se discute la conveniencia de analizar los mapas de CDC como elemento que oriente acciones que contribuyen a fundamentar el desempeño de dichos profesionales.

Palabras clave: Profesionales biólogos; conocimiento didáctico del contenido (CDC); mapa del CDC; modelo didáctico.

Map of pedagogical content knowledge and professional teaching model in biological area on the contents of cell

This paper proposes the analysis of a questionnaire of the Representation of Content (ReCo, Loughran *et al.* 2004) so as to generate a map of the pedagogical content knowledge of the cell in five professionals of the biological area who work as biology teachers in secondary education Chile. The analysis will identify the relationships established between the domains of pedagogical content knowledge (PCK)-Maps of the PCK and the didactic model of the participants. It is possible to identify similar and distant beliefs among participants, according to the PCK domains and their relationships. The results show that the PCK is specific to each professional, that the relationships between the component of PCK are mainly conceptual in the participants, that the constructivist didactic model is the least common and that the most widely shared beliefs among professionals are those related to the knowledge component of student understandings. The convenience of analyzing PCK maps as an element to guide actions that contribute to substantiate the performance of these professionals is discussed.

Keyword: Biologist professional; didactic model; pedagogical content knowledge (PCK); map of PCK.

Para citar este artículo: Ravanal Moreno E., López-Cortés F. (2016) Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 725-742. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18508>

Introducción

La enseñanza de calidad para mayores y mejores aprendizajes es de interés permanente para la comunidad científica, la sociedad y la política pública. Son muchos los esfuerzos que se hacen para regular y contribuir a mejorar el desempeño del profesor. No obstante, los resultados sobre estos asuntos aún son preocupantes (Ravanal y López-Cortés 2015). En este sentido, una necesidad la constituye mejorar el aprendizaje del profesor, especialmente de aquellos

conocimientos que influyen directamente en la enseñanza, como lo es, el conocimiento didáctico del contenido (CDC).

En Chile los estudios sobre el conocimiento profesional y, especialmente, el vinculado a la enseñanza de un tópico específico son escasos (Vergara y Cofré 2014). En ese marco y a modo de exploración, nos hemos propuesto generar un mapa del conocimiento didáctico sobre el contenido de célula de profesionales del área biológica que se desempeñan como profesores en establecimientos de educación secundaria chilena y vincularlo con los atributos de un modelo didáctico.

Marco teórico

La enseñanza que divulga y promueve un profesor en la educación primaria, secundaria y universitaria, es de interés continuo para la política pública, la comunidad científica y la sociedad, principalmente porque la enseñanza obliga a lograr aprendizajes –de calidad- y, son estos lo que reportan, de alguna manera, la eficacia del profesorado. Por cierto que es una mirada restringida y limitada del proceso de enseñanza y aprendizaje, pero no podemos desconocer el amplio interés que esto tiene, sobre todo cuando el conocimiento profesional docente se concibe como la pre-condición para el éxito de la enseñanza (Fisher, Borowski y Tepner 2012). La situación podría ser más compleja y a la vez de mayor interés, si el foco está en profesionales de otras áreas de conocimiento que no fueron formados para enseñar en la educación secundaria, y que sin embargo, hoy tienen la responsabilidad de hacerlo.

Shulman (1987) propuso que el conocimiento base del profesor estaba constituido por siete categorías: 1) conocimiento del contenido; 2) conocimiento curricular; 3) conocimiento pedagógico del contenido; 4) conocimiento pedagógico general; 5) conocimiento sobre el aprendizaje y sus características; 6) conocimiento del contexto y, 7) conocimiento de educación y propósitos. Destacando de ellos, el Conocimiento Pedagógico del Contenido o Pedagogical Content Knowledge (PCK), como aquél que permite al profesor representar, organizar y adaptar un contenido para su enseñanza, y develar en parte, el pensamiento pedagógico del profesor por su origen en la teoría cognitiva (Shulman 2015). Así Grossman (1990) remite el conocimiento del profesor al conocimiento del contenido, pedagógico, de contexto y pedagógico del contenido, éste último integrador de todos los otros (Gess-Newsome 1999).

En tanto, Magnusson, Krajcik y Borko (1999) describen al PCK como la transformación de varios tipos de conocimiento para la enseñanza, tales como: 1) orientación hacia la enseñanza de las ciencias; 2) conocimientos y creencias acerca del currículum de ciencias; 3) conocimientos y creencias acerca de los entendimientos de los estudiantes de tópicos específicos de ciencias; 4) conocimientos y creencias acerca de la evaluación en ciencias y conocimientos y creencias acerca de las estrategias de instrucción para la enseñanza de las ciencias. Park y Oliver (2008) incluyen un nuevo componente al PCK, la eficacia del profesor. Surge de ahí, el modelo hexagonal de PCK, usado en esta investigación como herramienta heurística para construir los mapas de CDC.

El año 2012 se re-examinó el PCK (Berry, Friedrichsen, Loughran 2015) describiéndose, en general, dos tipos de PCK, uno personal y otro en acción. El PCK personal, es la reflexión sobre la acción, es decir, un conocimiento que favorece el razonamiento sobre la planificación de la enseñanza (Gess-Newsome 2015:36). En tanto, el otro PCK complementado a las habilidades de enseñanza, permite la acción de enseñar. Hablamos del PCK una reflexión en la acción (Gess-Newsome 2015:36).

En algunos países hispanoparlantes la expresión de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) referencia al PCK, develando en dicha construcción que el CDC es un conocimiento

propio y diferenciador del quehacer de otros profesionales (Valbuena 2007), dinámico, sistémico e integrador (Farré y Lorenzo 2014) y a su vez práctico y orientado a la enseñanza (Parga y Mora 2014). Por lo tanto, el CDC es una construcción interna del profesorado que surge de la transformación e integración de los conocimientos académicos (Melo Niño, Cañada, Mellado y Buitrago 2016) a partir del ejercicio profesional y la toma de conciencia de todo lo que implica la acción educativa, antes, durante y después (Hashwed 2005).

En Chile, la Ley General de Educación (LGE) en su artículo 46 letra g de la ley 20.370 sostiene que profesionales titulados de carreras de al menos 8 semestres, de una universidad acreditada, son idóneos para ejercer la enseñanza de su área de especialización en el sistema escolar. Al año 2015, en Chile habían 8.175 profesores titulados de otras carreras ejerciendo en escuelas municipales, de subvención parcial y pagadas según la base de datos del Centro de Estudios Públicos del Ministerio de Educación. Considerando lo anterior, dichos profesionales enseñan su disciplina en propiedad, desplegando una serie de acciones educativas derivadas de sus creencias y conocimientos, y en ese sentido, la historia de vida y las experiencias con profesores ha constituido un verdadero andamio para construir teorías personales sobre la enseñanza. Existe en el imaginario de las personas una idea de enseñanza y de las maneras de llevarla a cabo, y son éstas, las que conceptualizan el rol de enseñante. Como plantea Litwin (2008), el oficio de enseñar trasciende los niveles del sistema educativo, por ello, son variadas las oportunidades que enfrentan estos profesionales para la construcción de conocimientos para la enseñanza. En ese marco, quizás el problema no sea evaluar la existencia de un tipo de conocimiento para la enseñanza, sino más bien de explorarlo, caracterizarlo para usarlo como insumo de discusión, reflexión y problematización con miras a construir el conocimiento necesario para enseñar, el conocimiento didáctico.

Modelos didácticos

Los modelos didácticos o modelos de enseñanza corresponden a un plan estructural que configura el currículum (Jiménez 2000). Dicho plan simbólico, permite al profesorado diseñar materiales, proponer procedimientos, orientar y conceptualizar la enseñanza, así como, adoptar cierto supuesto sobre el aprendizaje. Algunos autores (Ruiz 2007; Jiménez 2000; Joyce y Weil 1985 citado en Jiménez 2000) han contribuido en la tipificación y caracterización de los modelos didácticos, entre los que destacamos de acuerdo a la propuesta de Jiménez (2000):

Modelo de transmisión-recepción

En este tipo de modelo el profesor conceptualiza la enseñanza pensando en una ciencia como verdad absoluta, acumulativa y cerrada. En tanto, el estudiante se concibe como página en blanco. El rol del profesor es transmitir y exponer los contenidos como autoridad. Por su parte, el estudiante adopta un rol pasivo para asimilar los contenidos que tratan en la clase.

Modelo de descubrimiento

En este tipo de modelo el profesor centra la discusión, desde el punto de vista epistemológico, en una ciencia centrada en el método, privilegiando la actividad, en un marco inductivo para el aprendizaje de procesos. El rol del profesor está en coordinar actividades experimentales o replicar experiencias de laboratorio, en ese sentido, el rol del estudiante está en descubrir los conocimientos.

Modelo constructivista

En este tipo de modelo el profesor considera las ideas de los alumnos para la construcción de conocimiento, así desde una perspectiva epistemológica se advierte que la ciencia es construida por observaciones cargadas de teoría y por modelos. Para ello, el rol del profesor está en

proponer problemas, mediar y regular el aprendizaje para reconstruir las ideas de los alumnos desde lo que saben. El modelo constructivista privilegia el diálogo y la reflexión en torno a las ideas.

Metodología

El estudio empleó una metodología cualitativa-inductiva, con enfoque descriptivo e interpretativo. El objetivo es construir un mapa del conocimiento didáctico del contenido de célula (CDCc) a partir del análisis de un cuestionario de preguntas abiertas conocido como Representación del Contenido (ReCo) propuesto por Loughran, Mulhall y Berry (2004). En este estudio reconocemos los componentes del CDC de: Orientación hacia la enseñanza de las ciencias (OEC), Conocimiento y creencias acerca de los entendimientos estudiantiles (CEE), Conocimientos y creencias acerca de la instrucción y estrategias (CIER), Conocimiento y creencias acerca de la evaluación (CEV) y Conocimientos y creencias acerca del currículum de ciencias (CCU).

Descripción de los participantes

En este estudio participaron cinco profesionales del área biológica, sin formación pedagógica inicial y que actualmente trabajan en una escuela de secundaria. Cada uno de ellos participó, hace dos años atrás, en un programa de normalización profesional, de un año, para obtener el título profesional de profesor de biología (Tabla 1).

Tabla 1. Perfil académico general de los participantes del estudio.

| Nombre (pseudónimo) | Edad (años) | Título profesional o grado académico | Experiencia docente secundario (años) |
|---------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Mario | 27 | Ingeniero en Biotecnología | 3 |
| Raúl | 42 | Licenciado en Biología | 14 |
| Pamela | 35 | Médico Veterinario | 2 |
| Clara | 32 | Médico Veterinario | 2 |
| Hugo | 40 | Licenciado en Nutrición | 2 |

Instrumento de recogida de información

Con la finalidad de explicitar los componentes del Conocimiento Didáctico de los participantes se utilizó el cuestionario escrito de Representación del Contenido de célula. Este instrumento permite reconocer en cada participante las ideas centrales del tópico en estudio según los componentes predeterminados del Conocimiento Didáctico del Contenido (Alvarado y Garritz-Ruiz 2009) y ha sido ampliamente utilizado en estudios de este tipo (Eames, Barker, Wilson-Hill y Law, 2010; Nilsson y Loughran 2012; Williams y Lockley 2012). Para la reducción y análisis de la información se utilizó el modelo hexagonal de Park y Oliver (2008).

Cuestionario de Representación del Contenido (ReCo).

El ReCo corresponde a un cuestionario constituido por 13 preguntas ([Anexo 1](#)), cada una de las cuales fueron asociadas a los componentes del conocimiento didáctico reconocidos en este estudio. Las preguntas propuestas en el ReCo, originalmente no aluden al componente del currículum de ciencias, por ello no se establece una relación. Para construir el mapa del CDC, se establece una relación entre la demanda implícita de las preguntas del ReCo y los componentes del CDC según el modelo hexagonal de Park y Oliver (2008), con excepción del componente de autoeficacia, particularmente por representar la dimensión emocional del CDC que el cuestionario no permite capturar. Al no considerar el componente de autoeficacia,

el modelo se organiza y visualiza como un pentágono que muestra la relación con y entre los distintos componentes del CDC.

Cada uno de los cuestionarios fue enviado y recibido por correo electrónico y el profesor participante dispuso de 30 días para responder el cuestionario.

Análisis de los datos

A partir de la información del cuestionario ReCo se realizó un análisis de contenido proposicional y luego una codificación axial apoyada con el software Atlas-ti 7.0 para comenzar a establecer las relaciones entre los componentes del CDC. Posteriormente, se realiza un análisis enumerativo entre componentes (LeCompte y Preissle 1993) con la finalidad de explorar la relación entre ellos (Park y Chen 2012) para comenzar a construir los mapas de CDC. La relación surge de lo declarado en el cuestionario –ideas, experiencias, conocimiento, situaciones, ejemplos u otros- y el vínculo con un componente del CDC asumiendo como origen la pregunta del ReCo (Figura 1). Para sistematizar las conexiones –relación en un plano declarativo- y así construir el mapa del CDC de célula de los participantes, se contabilizó el número de vínculos entre el componente de origen y el componente destino. Luego, se calculó la frecuencia entre componentes y, finalmente, se representó gráficamente la dirección del vínculo y la frecuencia de las relaciones vinculantes como lo indica la Figura 2.

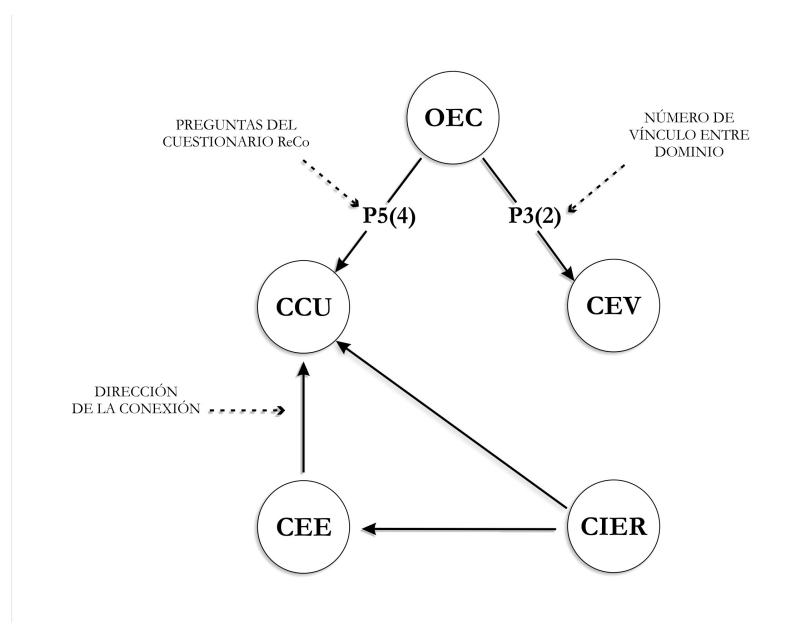


Figura 1. Relación entre dominios del CDC y construcción de un mapa del CDC. Dónde: P = representa la pregunta del cuestionario; entre paréntesis el número de vínculos entre dominios; la punta de flecha indica la dirección de la conexión. En círculos están señalados los respectivos componentes del CDC.

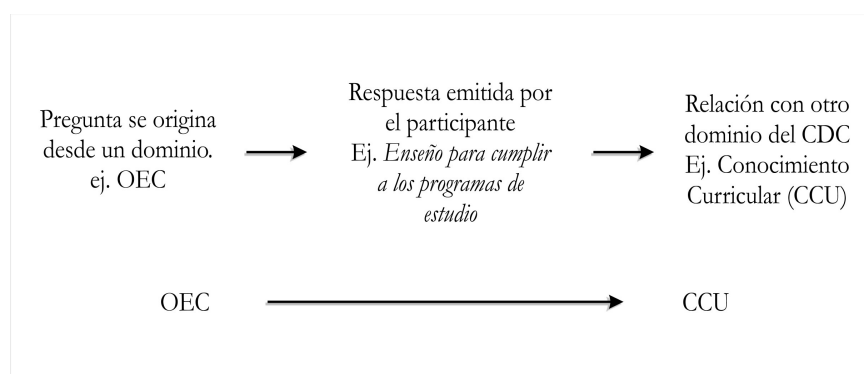


Figura 2. Relación entre dominios del CDC de acuerdo al análisis del cuestionario ReCo.

Resultados

Mapa del CDC y modelo didáctico de Clara

Sobre el mapa del CDC

El recuento de relaciones ($n = 35$) que establece Clara entre los componentes del CDC son principalmente de tipo conceptual (44%). Del total de relaciones identificadas, el 63% de ellas convergen al componente curricular (Figura 3). En relación al componente OEC observamos que la finalidad de la enseñanza de la célula es el aprendizaje de los contenidos conceptuales declarados en el currículum prescrito, generalmente centrados en la comprensión y funcionamiento del cuerpo desde la célula. «Espero que los estudiantes conozcan la estructura y funcionamiento de la célula, que es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Que al igual que los seres vivos las células desarrollan distintas funciones (nutrición, reproducción, excreción) para mantenerse vivas y con ello nuestro organismo pueda funcionar de manera correcta» (Clara). Junto con ello, reconoce estrategias de enseñanza específicas centradas en actividades experimentales, situación que por momento restringe posibilidades de aprendizaje dado que el énfasis está en el método y no lo que puede construir desde ahí.

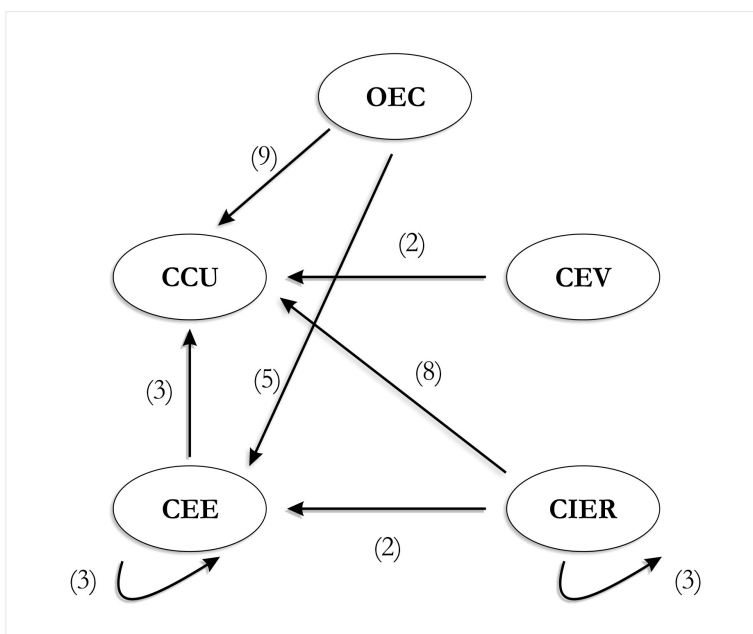


Figura 3. Mapa del CDC de Clara.

CDC y modelo didáctico de Clara

A partir del análisis del cuestionario ReCo y el referente sobre modelos didácticos propuestos por Jiménez (2000), podemos afirmar que Clara da cuenta de un CDC con un enfoque tradicional y de descubrimiento, caracterizado por una concepción de aprendizaje por asimilación –perspectiva psicológica–, y el principio de enseñanza de exposición directa, a partir de la cual el profesor guía y coordina la actividad de enseñanza y aprendizaje (Figura 4). Desde el punto de vista epistemológico, se proyecta una imagen de ciencia centrada en el método, esto último estrechamente relacionado con el modo de acción de Clara, realizar actividades experimentales y de aplicación para la asimilación conceptual. Para Clara el aprendizaje de la célula se daría: «Entregándoles el contenido. Posteriormente realizar actividades en las cuales los estudiantes ejerciten de alguna forma los contenidos » (pregunta 3). Creemos que la formación inicial, Médico Veterinario, influye en la representación que se tenga de la ciencia y su enseñanza. Se debe hacer para saber, sin embargo es restringido el

análisis sobre las potencialidades y restricciones de aquello, en ese marco, este tipo de conceptualizaciones de la enseñanza constituye una oportunidad de desarrollo que debemos considerar.

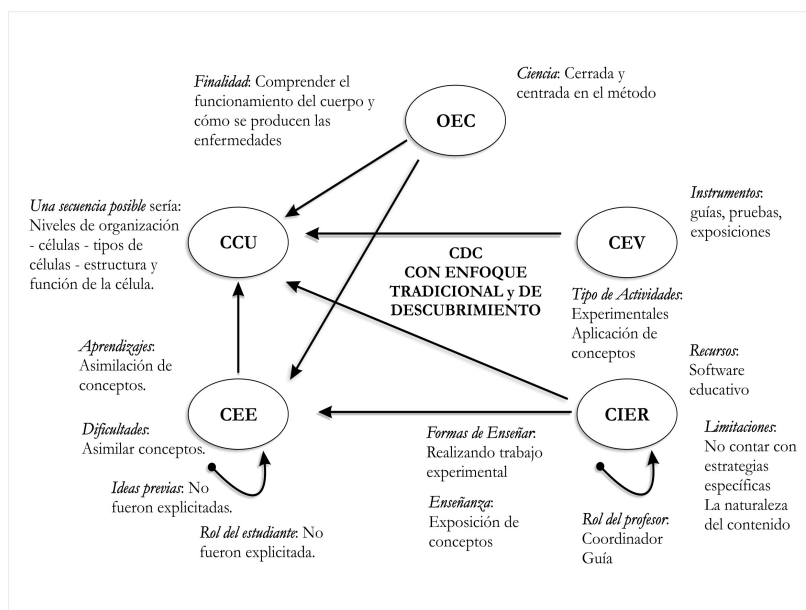


Figura 4. Relación entre dominios del CDC y el modelo didáctico proyectado de Clara.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Raúl

Sobre el CDC de Raúl

El recuento de relaciones ($n=60$) que establece Raúl entre los componentes del CDC son, principalmente, de tipo conceptual (32%). Del total de las relaciones identificadas, la mayoría convergen al dominio de creencias y conocimiento de los estudiantes (43%). Destacamos, en este caso, una relación bidireccional entre el componente de la evaluación y de los entendimientos de los estudiantes (Figura 5). Dicha relación, resulta interesante dado que deja entrever que la representación del contenido de célula, constituye una idea de y para la enseñanza, planteada como sigue: «Aplicar una prueba de diagnóstico al inicio de una unidad para conocer objetivamente los conocimientos previos de los estudiantes sobre la célula» (pregunta 7) y que constituye un ejemplo de integración entre conocimiento y finalidades, asunto propio del CDC de un profesor.

Una distinción del mapa de CDC de Raúl a diferencia del descrito anteriormente, el CDC de Clara, es que las relaciones entre los componentes son de mayor frecuencia (60), variado y conectado con todos los componentes del CDC, con excepción de los componentes CEV - CIER. Las relaciones encontradas, no solo son conceptuales sino también procedimentales (10%), de aprendizaje (8%) y contextuales (6%), lo que revela que el CDC es propio de cada profesor.

Podemos afirmar que Raúl orienta su conocimiento de las estrategias de instrucción considerando los entendimientos de los estudiantes sobre el contenido de célula, situación que se aprecia por el alto número de relaciones –declaradas– entre estos componentes (12). Esta situación, nos lleva a afirmar que la representación que se tenga de los entendimientos de los estudiantes orienta la selección e implementación de las estrategias de enseñanza. En tanto, éstas –las estrategias– pretenden dar respuesta a las demandas de aprendizaje de los estudiantes.

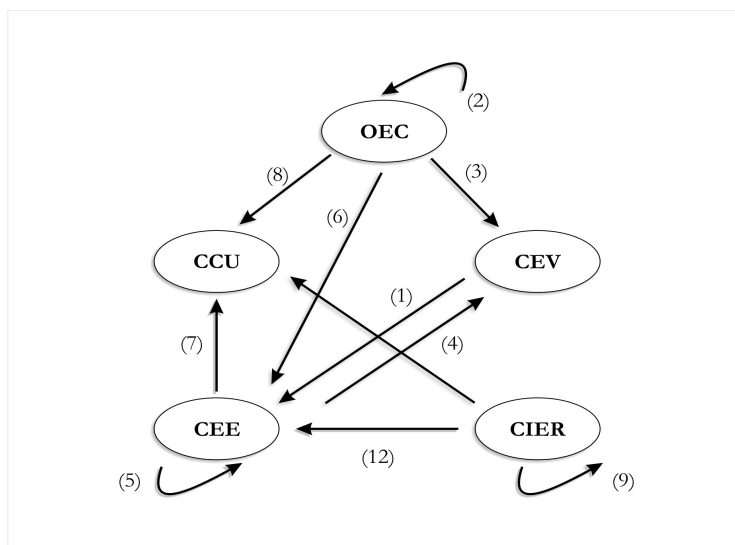


Figura 5. Mapa del CDC del profesor Raúl.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Raúl

Desde una perspectiva epistemológica, Raúl da cuenta de una imagen de ciencia evolutiva enseñada desde situaciones problemas en que busca comprender la estructura y función celular así como los procesos de investigación asociados a ello, tales como inferir, plantear hipótesis, analizar casos o realizar observaciones (Figura 6).

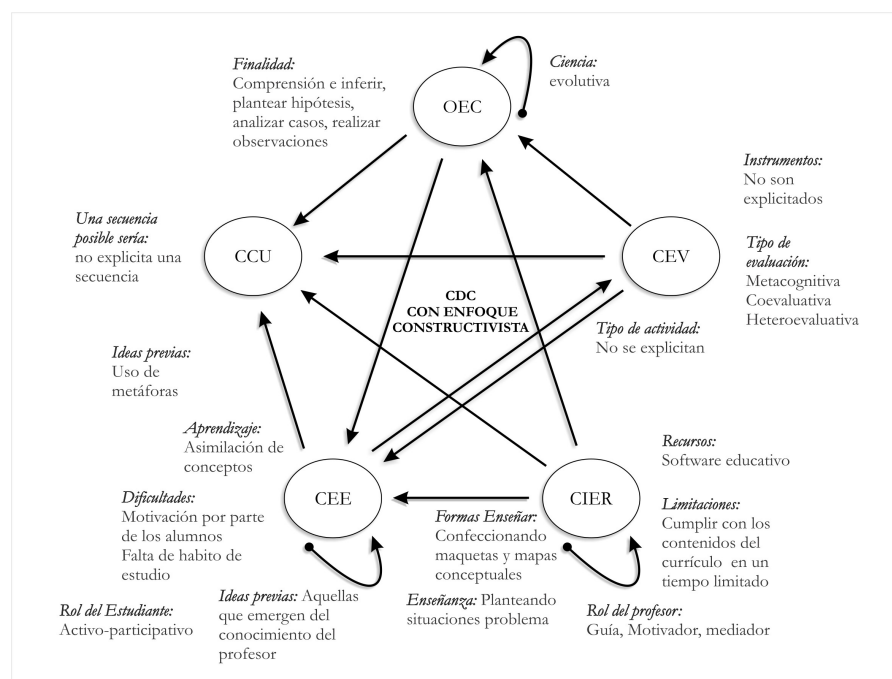


Figura 6. Relación entre dominios del CDC y el modelo didáctico proyectado de Raúl.

Advertimos que las formas de enseñanza propuestas por Raúl, son coherentes a nuestro juicio con la construcción de un conocimiento para la comprensión, que incluye entre otros, el aprendizaje de formas de representación estudiantil como el uso de mapas conceptuales o el uso de maquetas. Raúl conceptualiza su enseñanza hacia el aprendizaje de habilidades cognitivas usando estrategias tópico-específicos, como son los modelos analógicos, dispositivos que actúan como puentes entre la información preexistente y la nueva información facilitando el aprendizaje. Raúl plantea que la «Confección de una maqueta para

representar analógicamente la disposición espacial de las estructuras celulares, es una estrategia que permite a los alumnos transformar el concepto abstracto de la célula a una representación tangible, además permitiría tener una noción de la tridimensionalidad de las células » (pregunta 11). Todo lo anterior devela que el CDC es una construcción propia determinada por el contenido específico y las necesidades de enseñanza, de ahí que hoy hablemos de un CDC/PCK tópico específico (Mavhunga 2012).

El modelo didáctico proyectado de Raúl permite reconocer un sistema social que distingue al estudiante como agente activo y participativo, en tanto, el profesor se concibe como un guía, motivador y mediador.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Mario

Sobre el CDC de Mario

El recuento de relaciones identificadas entre los componentes del CDC ($n=65$) para el Profesor Mario son, principalmente de tipo conceptual (49%). Del total de relaciones encontradas, el 46% de ellas converge al componente de creencias y conocimiento del currículum. Junto con ello, advertimos tres relaciones bi-direccionales, OEC-CEV; OEC-CIER y OEC-CEE, siendo común en todas ellas la Orientación a la Enseñanza con énfasis en «velar por cumplir los contenidos mínimos obligatorios. Los temas y sus niveles están dado por los programas de estudio» (pregunta 2).

Una relación importante del mapa de CDC de Mario, es lo referido a los contenidos procedimentales (10%), que generalmente son expresados como habilidades de investigación tales como: organizar, interpretar datos, formular explicaciones o generar conclusiones (Figura 7).

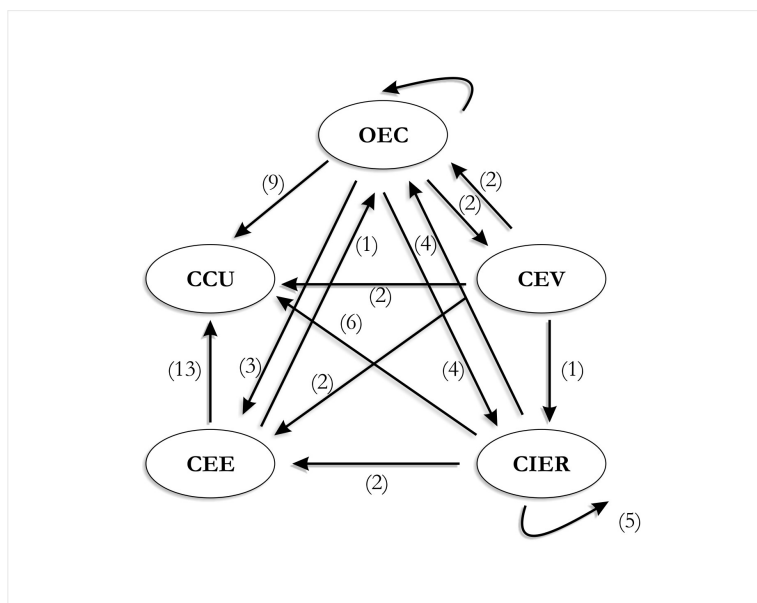


Figura 7. Mapa del CDC del profesor Mario.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Mario

La imagen de ciencia de Mario es abierta e integradora. No obstante ello, desde el punto de vista psicológico se concibe el aprendizaje como la integración de conocimientos considerando las tres dimensiones: saber, saber hacer y saber ser. Todo lo anterior, en estrecha relación con formas de enseñar centradas en la construcción de modelos concretos, análisis de

información y experimentación, donde el rol del profesor es coordinar o guiar la actividad de aprendizaje (Figura 8).

Los antecedentes sitúan a Mario en un modelo de enseñanza constructivista, que entiende que la experimentación responde a los propósitos de la investigación para un aprendizaje autónomo que progresa de manera continua. El tipo de mapa y el modelo didáctico asociado a él, es interesante, dado que, hablamos de un profesor novel que ha ejercido sólo dos años en la educación secundaria y tres años en la educación superior.

En este caso, la formación inicial, Ingeniero en Biotecnología, y el estudio de asignaturas vinculadas al contenido de célula como Biología Celular y Genética, Laboratorio de Biología Celular y Genética y Biología Molecular, contribuyen a la comprensión, amplia, del contenido curricular a enseñar, asunto que revela la importancia que tiene dominar el contenido de la disciplina que se enseña. Por una parte, nos encontramos con un profesor con bajo grado de incertidumbre sobre su quehacer, y a su vez, conocedor de qué y cómo aprenden los estudiantes el contenido que enseña. Quizás los espacios de aprendizaje profesional demandados por este tipo de profesores sean los referidos a las manifestaciones del CDC como la explicación o la representación del contenido curricular (Rollnick y Mavhunga 2015).

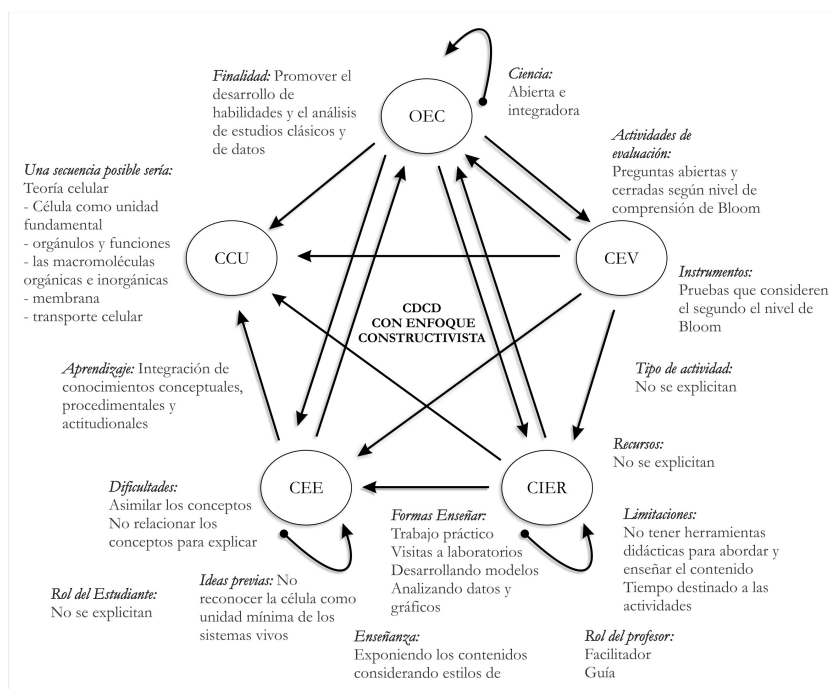


Figura 8. Relación entre dominios del CDC y el modelo didáctico proyectado de Mario.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Pamela

El CDC de Pamela

El recuento de relaciones ($n = 35$) entre los componentes del CDC para la Profesora Pamela es principalmente de tipo conceptual (46%). Del total de relaciones identificadas, el 49% de ellas convergen al componente de creencias y conocimiento acerca del currículum. El análisis del cuestionario ReCo permite afirmar que Pamela no establece relaciones con todos los componentes del CDC, siendo el componente de creencias y conocimiento de la evaluación, el menos relacionado (Figura 9). Ahora bien, este componente distingue el uso de preguntas como dispositivo de evaluación del aprendizaje conceptual de la célula. Junto con ello, identificamos una relación bidireccional entre OEC-CIER de tipo conceptual, que expresa los

propósitos de enseñar la célula —el para qué— con los modos posibles de enseñanza para el logro de ellos —el cómo hacerlo—.

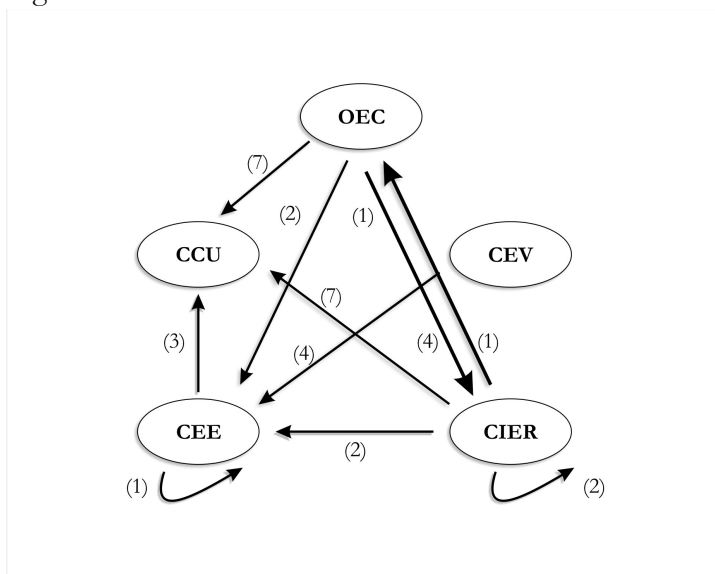


Figura 9. Mapa del CDC de la profesora Pamela.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Pamela

La imagen de ciencia de Pamela cerrada y centrada en la teoría caracteriza, desde la perspectiva epistemológica, el modelo de enseñanza de ella. En un plano psicológico, el aprendizaje se concibe como la integración de los contenidos educativos, entendidos estos como; conceptuales, procedimentales y actitudinales. El principio de enseñanza es por transmisión de conceptos y el de aprendizaje centrado en la comprensión de la estructura y fisiología celular, sin pretensión de memorizarlos, sino más bien comprenderlos. El modo de acción está situado en confeccionar modelos concretos de célula y el uso de libros de texto; ideas que se relacionan con la imagen de ciencia que comparte la profesora Pamela (Figura 10).

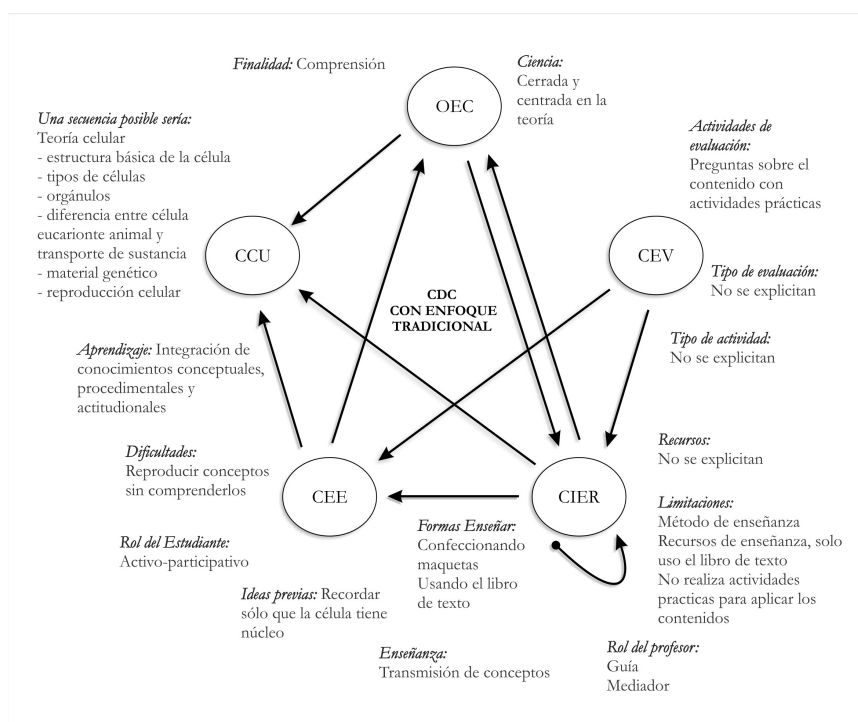


Figura 10. Relación entre dominios del CDC y el modelo didáctico proyectado de Pamela.

La información derivada del estudio del ReCo de Pamela, nos pone en una situación contrastante a la descrita por Mario (ambos profesionales con pocos años de experiencia), en el sentido de encontrarnos con un mapa de menores relaciones y de enfoque tradicional. Pamela a diferencia de Mario es Médico Veterinario, lo que nos lleva a inferir que su formación es para un ejercicio profesional práctico, en tanto Mario, fue formado para un ejercicio profesional preocupado de la innovación y el desarrollo científico. En ese marco, creemos que el tipo de profesión construye una conceptualización particular de la enseñanza, así como del conocimiento capaz de promoverla. Ambos profesionales fueron formados en biología celular y molecular, pero para propósitos profesionales distintos, situación que no es un problema, pero sí, influyente antes y durante la enseñanza biología escolar.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Hugo

El CDC de Hugo

El recuento de relaciones ($n=39$) entre los componentes del CDC para el profesor Hugo, es principalmente de tipo conceptual (36%). Del total de relaciones, el 26% de ellas, convergen al componente de creencias y conocimientos acerca del currículum (Figura 11). Se aprecia una relación bi-direccional entre CEE y CIER, con foco en las necesidades de los estudiantes, la representación sobre el contenido de célula y la disposición de éstos hacia el aprendizaje, asunto que influye por el contexto de aula, según lo expresado por el profesor Hugo: «Aun cuando en mi colegio están los recursos, los estudiantes permiten que la clase se desarrolle con normalidad -alumnos normalizados-...Se privilegia demasiado el aprendizaje memorístico y como las clases se diseñan para el nivel no se puede salir del molde» (pregunta 9). Podemos afirmar que el CDC de Hugo está condicionado por el contexto de aula, asunto que antes no habíamos advertido.

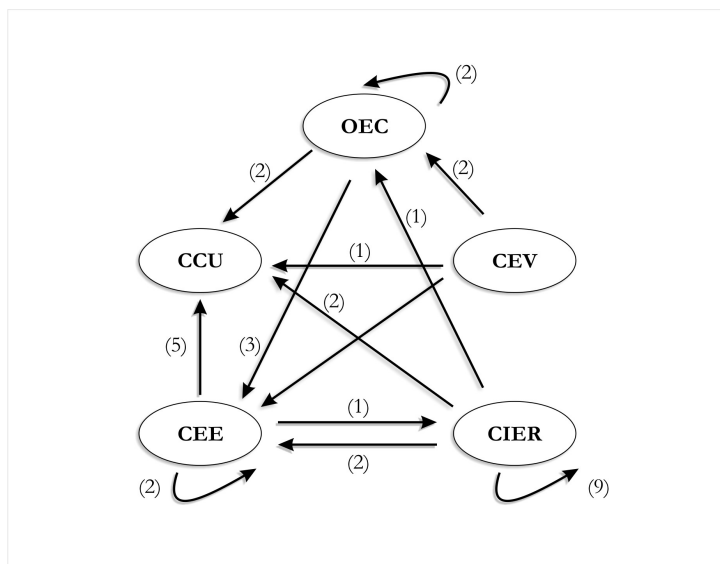


Figura 11. Mapa del CDC del profesor Hugo.

Mapa del CDC y modelo didáctico de Hugo

La imagen de ciencia cerrada y centrada en el método, desde la perspectiva epistemológica, caracteriza el modelo didáctico de Hugo. En un plano psicológico, el aprendizaje se concibe como la asimilación de conceptos para la memorización. Dicho atributo se relaciona con el sistema social que se establece entre Hugo y sus estudiantes, esto último con un rol pasivo en tanto el profesor adopta una función directiva. Los modos de acción transitan desde clases expositivas por transmisión, propio de un modelo tradicional, mientras que las actividades de

enseñanza son de laboratorio o de investigación guiada. Independiente de las maneras, los principios de enseñanza son transmitir los conceptos y los alumnos aprenderlo haciendo (Figura 12).

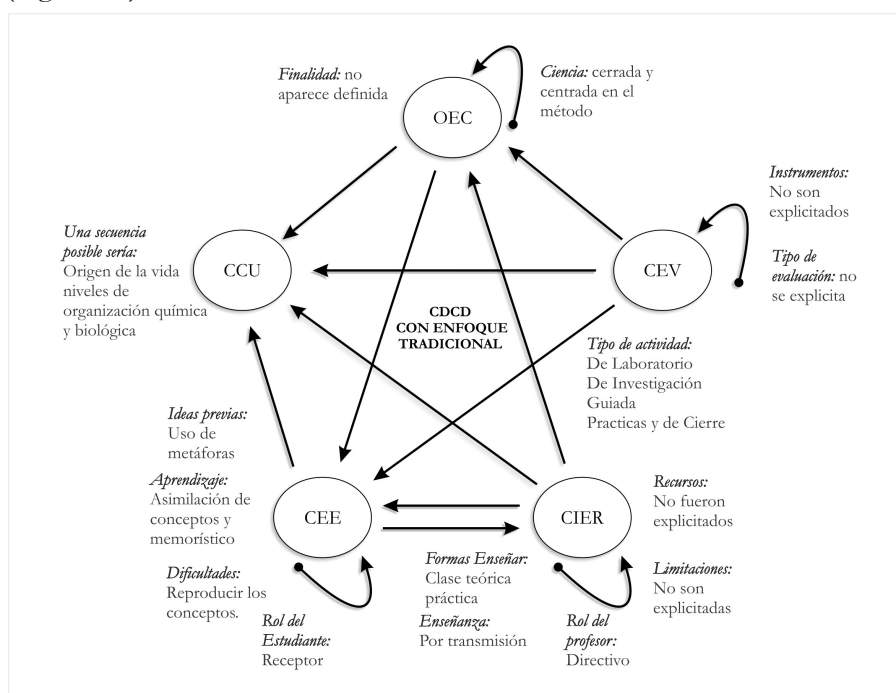


Figura 12. Relación entre dominios del CDC y el modelo didáctico proyectado de Hugo.

En relación al contenido de célula a enseñar se aprecian diferencias según finalidad o formas de enseñarlo. Creemos que el dominio del contenido de la materia y los propósitos de enseñanza inciden en la secuencia de contenido que define un profesor, así también en la manera de comunicarlo, transmitirlo y transformarlo en el aula. Se ha evidenciado que un profesor privilegia enseñar la célula por transmisión de conceptos, usando diapositivas y guías diseñadas por él (Hugo), en tanto otros, piensan en una variedad de actividades que incluyen el diseño y el uso de maquetas, esquemas, comparaciones, investigación, exposiciones y resolución de problemas (Raúl). Cada modo de acción, responde a la representación que se tiene del contenido –la materia- y a las creencias sobre la manera de construirlo en el aula según sujetos y contextos, desde esas consideraciones, el CDC es particular, propio, tópico específico y contextual como lo advirtieran otros autores (Berry *et al.* 2015).

Discusión y conclusiones

El objetivo de nuestro estudio fue elaborar un mapa del CDCc de profesionales del área biológica que ejercen como profesores en la educación secundaria a partir del cuestionario ReCo propuesto por Loughran *et al.* (2004). Observamos que la relación o integración (Aydin y Boz 2012) entre los componentes del CDC es diferente en cada profesional. Por ejemplo, Mario muestra un total de 65 relaciones en tanto Clara, Hugo y Pamela exhiben 35 relaciones, independiente de la cantidad, cada relación es propia y particular, en cuanto a contenido y sentido (dirección). Estos antecedentes nos llevan a afirmar que el CDC tiene un carácter personal, propio e idiosincrático como lo advirtieran otros autores (Aydin y Boz 2012, Park y Chen 2012, Aydin y Boz 2013, Aydin *et al.* 2015). Park y Chen (2012), plantean que el componente curricular es uno de los dominios que más se vincula con los otros componentes del CDC, y en nuestro caso, al igual como fuera planteado por Aydin *et al.* (2015), el

componente curricular no es el más vinculante, sino más bien, el componente de conocimiento y creencias acerca de los estudiantes.

Como ya hemos señalado, el CDC es una construcción propia del profesor que nace por la relación entre los conocimientos y creencias de otros núcleos de saber, que se vinculan en algún grado y por algún tipo de relación, para dar respuesta a una idea de enseñanza. Para Gudmundsdottir y Shulman (1987) es un conocimiento constituido por diferentes componentes y formas de conocimiento que se relacionan para promover el aprendizaje. Dicha relación, según nuestros antecedentes, enfatiza en algunos componentes por el tipo de relación que establece, principalmente, conceptual. Esta idea nos lleva a pensar que la prioridad; lo que está a primera vista, es el contenido conceptual y su aprendizaje por parte de los estudiantes. Pensamos al igual que otros autores (Aydin *et al.* 2015) que el CDC se construye desde un marco epistemológico personal y con la experiencia de enseñanza – naturaleza práctica-, por lo tanto, lo consideramos un tipo de conocimiento plástico, modificable y necesario para la enseñanza (Ravanal, en prensa).

Las evidencias nos llevan a plantear que las aproximaciones a la enseñanza –orientación- se vinculan estrechamente con las creencias y conocimientos sobre los entendimientos estudiantiles y las estrategias de enseñanza que respondan a las demandas de los estudiantes según el currículo prescrito, en tanto los otros componentes inciden e influyen en el CDC con menor grado de representación en el profesor como lo representamos en la Figura 13. Eso significa, que algunos componentes representan marcos de referencia general, en tanto, el referido a estudiantes y estrategias de instrucción son componentes específicos. Estas ideas, hoy se ven representadas en el modelo actual del PCK/CDC (King 2015) que da cuenta de un PCK personal que permite pensar(se) la enseñanza para los aprendizajes y un PCK que orienta la acción y toma de decisiones en la práctica educativa para un tópico específico, como es la célula.

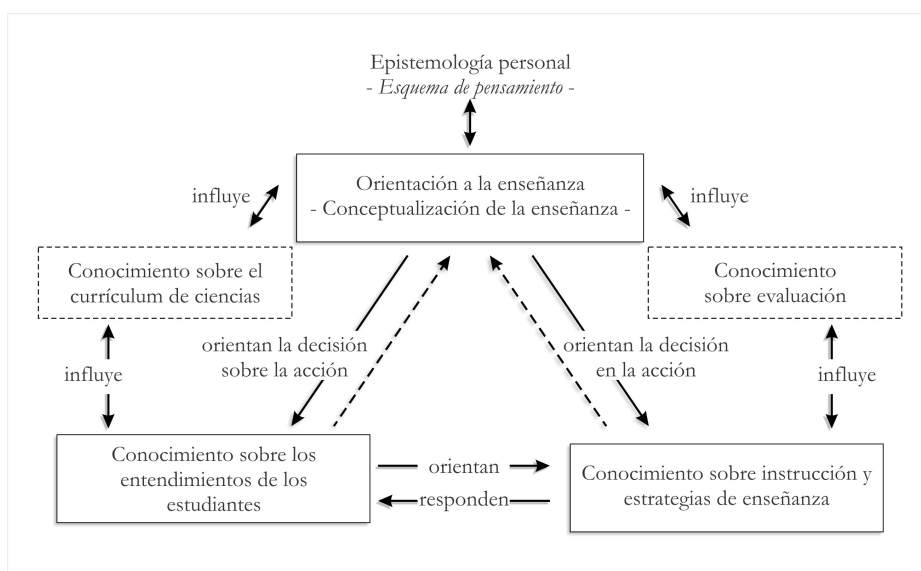


Figura 13. Relación entre los dominios del CDC con énfasis en la orientación a la enseñanza, el estudiante y las estrategias de enseñanza. Adaptado de Park y Oliver (2008).

Cuando relacionamos el mapa de CDC con las entidades de un modelo didáctico en particular apreciamos que el 75% de los profesores participantes del estudio manifiestan un modelo con enfoque tradicional. Cuestión que no nos preocupa si consideramos que un profesor con baja experiencia profesional (profesora Pamela) busca, principalmente, cuidar y valorar la percepción que de él/ella se tenga por parte de la comunidad escolar. Aspecto que contribuye

a conceptualizar la enseñanza de una manera particular. En ese sentido, es importante identificar el estado de desarrollo del profesor cuando focaliza en la enseñanza para determinar la incidencia de dicho estado en su CDC personal.

Evidenciamos una fuerte influencia del currículo nacional en la estructura sustantiva del contenido a enseñar, estructura predeterminada por los Planes y Programa de Estudio del Ministerio de Educación y que el profesor no se atreve a modificar, ajustar o enriquecer por la fuerte presión que ejerce la unidad educativa sobre el cumplimiento de dicho currículo. En ese marco, los estudiantes son objetos de enseñanza más que sujetos de aprendizaje (Porlán *et al.* 2011), quizás sea importante recuperar la discusión sobre la enseñanza de la biología y sus finalidades desde una lectura comprensiva e interpretativa del currículo nacional, para así, transitar desde un rol docente asumido a uno deseado.

Lograr eficacia sobre los aprendizajes de los estudiantes requiere, indiscutiblemente, de un mayor nivel de relación entre los componentes del CDC, como del reconocimiento de éste por parte del profesorado, por ello, los espacios de reflexión entre pares sobre la enseñanza de un tópico específico son necesarios y oportunos para la identificación, caracterización y desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido.

Agradecimiento

El primer autor agradece el apoyo al Proyecto Fondecyt de Iniciación N°11140297

Referencias bibliográficas

- Alvarado, C., y Garritz-Ruiz, A. (2009). *Un acercamiento al conocimiento didáctico de acidez y basicidad, de profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura*, X Congreso Nacional de Investigación Educativa: 8-11.
- Aydin, S., y Boz, Y. (2012). Review of Studies Related to Pedagogical Content Knowledge in the Context of Science Teacher Education: Turkish Case. *Educational Sciences*, 12(1), 497-505.
- Aydin, S. y Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education: Research and Practice*, 14, 615-624.
- Aydin, S., Demirdogen, B., Akin, F., Kondakci, E y Tarkin, A. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and Teacher Education*, 46, 37-50.
- Berry, A.; Friedrichsen, P y Loughran, J. (2015). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. New York: Routledge.
- Eames, C., Barker, M., Wilson-Hill, F., y Law, B. (2010). *Investigating the relationship between whole-school approaches to education for sustainability and student learning*. Wellington, New Zealand: Council for Educational Research.
- Farré, A. y Lorenzo, G. (2014). Para no seguir reinventando la rueda: El conocimiento didáctico en uso sobre los compuestos aromáticos. *Educación Química*, 25(3), 304-311.
- Fischer, H. E., Borowski, A., y Tepner, O. (2012). Professional Knowledge of Science Teachers. En: B.J. Fraser, K. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.) *Second International Handbook of Science Education* (pp. 435-448): Springer: Netherlands.

- Gess-Newsome, J. (1999). Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. En Gess-Newsome, J. y Lederman, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp.51-94). Springer: Netherlands.
- Gess-Newsome J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*, Teachers College Press: Columbia University.
- Gudmundsdottir, S. y Shulman, L. (1987). Pedagogical content knowledge in social studies. *Journal of Educational Research*, 31(2), 59-70.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, 11(3), 273-292.
- Jiménez, M.P. (2000). Modelos Didácticos. En Perales, F.J. (Dir). *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 165-186). Madrid: Marfil Editorial.
- King, V. (2015). On the beauty of knowing then not knowing. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 178-195). New York: Routledge
- Litwin, E. (2008). El oficio en acción: construir actividades, seleccionar casos, plantear problemas. En Litwin, E. *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos* (pp. 89-112) Buenos Aires: Paidós.
- Loughran, J., Mulhall, P., y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En Gess-Newsome, J. y Lederman, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Springer: Netherlands.
- Mavhunga, E. (2012). *Explicit inclusion of topic specific knowledge for teaching and the development of PCK in pre-service science teachers*. Tesis doctoral. Universidad de Witwatersrand, Johannesburg.
- Melo Niño, L.V., Cañada, F., Mellado, V., Buitrago, A. (2016) Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), 459-475. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18300>.
- Nilsson, P. y Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Parga, D. y Mora, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos de Química. *Educación Química*, 25(3), 332-342. Recuperado de: [http://dx.doi.org/10.1016/s0187-893x\(14\)70549-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0187-893x(14)70549-x)

- Park, S., y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Park, S., y Chen, Y (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harrers, J., Azcárate, P. Y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 353-370.
- Ravanal, E. (en prensa). El conocimiento didáctico del contenido. Un requerimiento profesional necesario para orientar el desarrollo profesional docente. *Revista Calidad de la Educación*.
- Ravanal, E. y López-Cortés. (2015). Mapeando os profesores de biología do CDC para pensar em um desenvolvimento profissional do professor. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (24-27 de novembro). Águas de Lindóia. SP. Recuperado de: <http://www.xenpec.com.br/anais2015/>
- Rollnick, M. y Mavhunga, E. (2015). The PCK Summit and its effect on work in South Africa. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp.135-146). New York: Routledge.
- Ruiz, F.J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*: 3 (2), 41-60.
- Shulman, L.S. (1987). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L.S. (2015). PCK: Its genesis and exodus. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 3-13). New York: Routledge.
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional* (Colombia). Tesis doctoral. Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/7731/1/T30032.pdf>
- Vergara, C. y H. Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile?. *Revista de Estudios Pedagógicos*, 40 (Número Especial), 323-338.
- Williams, J., y Lockley, J. (2012). Using CoRes to Develop the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Early Career Science and Technology Teachers. *Journal of Technology Education*, 24(1), 34-53.

Anexo 1. Preguntas del cuestionario ReCo y su relación con los dominios del Conocimiento Didáctico del Contenido de Célula.

| Dominio del Conocimiento Didáctico | Pregunta | Preguntas del cuestionario Representación del Contenido (ReCo) |
|--|-----------------|---|
| Orientación hacia la Enseñanza de la Célula (OEC) | P1 | ¿Qué espera que los/las estudiantes aprendan cuando usted enseña el contenido de célula? |
| | P2 | ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan estos conocimientos (la célula)? |
| | P3 | ¿Cuál es el rol del profesor durante el proceso enseñanza-aprendizaje y evaluación de la Célula? |
| | P4 | ¿Cuál es el rol del estudiante durante el proceso enseñanza-aprendizaje y evaluación de la Célula? |
| Conocimientos y creencias acerca de los Entendimientos Estudiantiles (CEE) | P5 | ¿Cuál (es) es (son) el/los principal(es) errores que comenten los estudiantes durante el aprendizaje de la célula? |
| | P6 | ¿Qué dificultades o limitaciones presentan los estudiantes para el aprendizaje de la célula? |
| | P7 | Como profesor/a, ¿qué sabe acerca de las ideas previas de los estudiantes sobre la célula? |
| Conocimientos y creencias acerca de estrategias de Instrucción y Representación (CIER) | P8 | ¿Cuál es la secuencia de enseñanza que usa habitualmente para la enseñanza de la célula? Describa |
| | P9 | Como profesor, ¿qué dificultades o limitaciones presenta cuando enseña el contenido de la célula? |
| | P10 | ¿Existe algún otro factor que influya en la enseñanza sobre la célula? |
| | P11 | ¿Qué estrategias se podrían usar para enseñar sobre la célula? ¿Por qué? |
| | P12 | ¿Cómo se enseña el contenido de la célula en el contexto escolar? ¿Haciendo qué? |
| Conocimientos y creencias acerca de la Evaluación (CEV) | P13 | Como profesor, ¿cómo podría evaluar el nivel de comprensión o el nivel de confusión de los estudiantes sobre la célula? |